



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DA CULTURA DO MILHO À DIFERENTES  
MANEJOS DE ADUBAÇÃO**

MATHEUS DE ANDRADE BORBA

**Areia-PB**

**Fevereiro de 2018**

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DA CULTURA DO MILHO À DIFERENTES  
MANEJOS DE ADUBAÇÃO**

**MATHEUS DE ANDRADE BORBA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal da  
Paraíba, Centro de Ciências Agrárias,  
Campus II, como parte das exigências  
para obtenção do título de Engenheiro  
Agrônomo.

**Orientador:** Prof. Dr. Fabio Mielezrski

**Areia-PB**

**2018**

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da  
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

B726r Borba, Matheus de Andrade.  
Respostas fisiológicas da cultura do milho à diferentes manejos de adubação. /  
Matheus de Andrade Borba. - Areia: UFPB/CCA, 2018.  
34 f.: il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) – Centro de  
Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2018.

Bibliografia.

Orientador: Fabio Mielezrski.

1. Milho - cultura. 2. Respostas fisiológicas - milho. 3. Nutrição vegetal. I.  
Mielezrski, Fabio (Orientador). II. Título.

UFPB/CCA

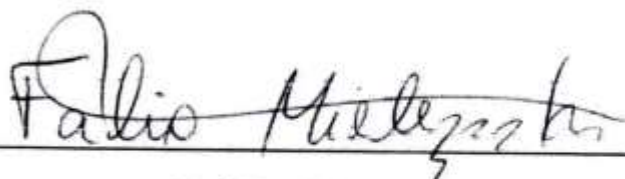
CDU: 633.15

**MATHEUS DE ANDRADE BORBA**

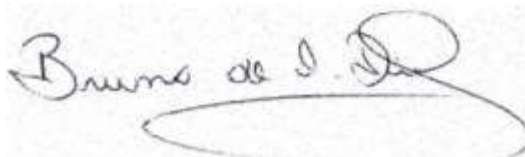
**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DA CULTURA DO MILHO À DIFERENTES  
MANEJO DE ADUBAÇÃO**

Aprovado em 01 de Fevereiro de 2018

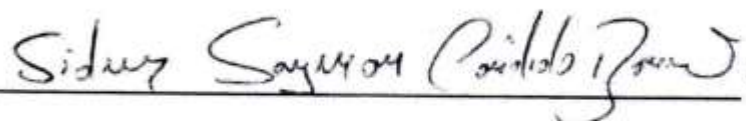
**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Dr. Fabio Mielezski  
(Orientador)



Prof. Dr. Bruno de Oliveira Dias  
(1º Examinador)



Eng. Agrônomo Sidney Saymon Cândido Barreto

(2º Examinador)

## EPÍGRAFE

*“Diz-se que, antes de um rio entrar no mar, ele treme de medo. Olha para trás, para toda jornada que percorreu, para os cumes, as montanhas, para o longo caminho sinuoso que trilhou através de florestas e povoados, e vê à sua frente um oceano tão vasto, que entrar nele nada mais é do que desaparecer para sempre. Mas não há outra maneira. O rio não pode voltar. Ninguém pode voltar. Voltar é impossível na existência. O rio precisa se arriscar e entrar no oceano. E somente quando ele entra no oceano é que o medo desaparece, porque apenas então o rio saberá que não se trata de desaparecer no oceano, mas de tornar-se oceano.”*

*(Osho)*

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais, que são a base para todas as minhas conquistas.

A minha irmã, companheira de toda vida.

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Maurício Borba e Neuma Borba, e a minha irmã Áurea Borba que sempre me acompanharam, me incentivaram, me aconselharam e me amaram. E que por todos esses anos foram exemplo de simplicidade, caráter, de conduta e honestidade;

Ao meu orientador Fábio Mielezrski, que apesar de todas as dificuldades, do grande número de orientados, não hesitou em me aceitar a fazer parte do grupo. Pela confiança em mim depositada, que contribuíram muito para meu desenvolvimento acadêmico e também por sua infinita paciência;

Aos meus avós paternos Mario Borba e Marlene Souto Maior, os quais contribuíram e contribuem para minha educação, que me deram diversas oportunidades de conhecimento e me tornaram um homem mais sábio e generoso.

Aos meu avós maternos José da Silva (*in memoriam*) e Maria José (*in memoriam*), os quais eu tenho poucas recordações, mas as que tenho são as melhores possíveis, e tenho certeza de que vocês se orgulhariam do homem que seu neto se tornou.

À minha namorada Thayse Alcoforado, que me acompanhou por boa parte da minha graduação, sempre com muita paciência e compreensão em todos os tempos difíceis, mas que também compartilhou momentos inesquecíveis de boas gargalhadas e boas aventuras e ótimas lembranças;

Aos que de algum modo contribuíram com esta pesquisa, em especial para João Everthon, Renato Pereira, Flaviano Fernandes, Manoel Bandeira, Lourival, Rielder Rolin, Leandro Almeida e Arthur Felipe que não se opuseram em contribuir para a realização desta pesquisa;

Àqueles que me iniciaram na pesquisa, Renato Lima, Mileny Souza, Robério Oliveira, Gilmar Nunes e Jacinto Batista os quais agradeço pela paciência e ensinamentos;

Aos meus Familiares, em especial para: Henrique Borba, Mário Neto, Gabriel Pitt, Amélia Borba, Thaís Pitt, Plácido Borba, Fátima campos (Ata), Tiago Muniz, Tia Nena, Tio Miguel, Tia Inês, Tio Nelson, Tio Noberto, Tio Normando, Tio Nivaldo, Tia Norma, Tia Neide, Tia Naedja os quais dividiram muitos momentos bons, de conselhos, de confraternização, de aventuras e com certeza fizeram parte da minha formação pessoal;

Aos amigos que tive o prazer de conhecer e pretendo levar por toda vida, em especial para:  
Hugo Thyares, José Marcelino, Neto Roque, Raphael Gomes, Rodrigo Marinho, José Carlos,  
Tassio Borja, Gemerson Machado, José Normad os quais tive a imensa alegria de  
compartilhar momentos inesquecíveis dentro da graduação;

Aos colegas de turma, Tayron Rayan. Flaviano Fernadez, Jardel Souza, Matheus Elysio,  
Rielder Rolin, Leandro Almeida, José Kennedy, Camilo Dantas, Ingrid Duarte, Arthur Felipe,  
Luiz Postimo, Mariane Azevedo, Beatriz Macedo, Lais Nobrega, Rodolfo José, David  
Ferreira, Josenildo, Raphael Duarte, Eduardo Felipe e Ulisses Vitoriano (*in memoriam*);

Aos amigos de longas datas, em especial Para: Athos Henrique, Edvan Oliveira, Renan Isneri,  
José Carlos (Pinto), Victor Paulo, Mikarla Thaís e Natasha Felipe, os quais contribuíram para  
o meu crescimento pessoal;

*Minha eterna gratidão.*



## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>i</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>2</b>
2.1 Caracterização e Importância do milho .....	2
2.2 Adubação na Cultura do Milho.....	3
2.2.1 Exigências Nutricionais na Cultura do Milho.....	3
2.4. Adubação Orgânica e Orgânomineral.....	4
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>5</b>
3.1 Delineamento experimental .....	6
3.2 Condução do experimento .....	8
3.3 Análise de parâmetros biométricos e fisiológicas.....	8
3.4 Análise Estatística.....	9
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>15</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Características químicas do solo, na camada de 0 a 20 cm .....	<b>6</b>
<b>Tabela 2.</b> Características químicas do esterco bovino .....	<b>7</b>
<b>Tabela 3.</b> Altura, diâmetro, número de folhas de milho variedade potiguar sob diferentes adubações organominerais avaliados aos 30 e 60 dias após a emergência .....	<b>10</b>
<b>Tabela 4.</b> Fotossíntese, transpiração, condutância estomática e carbono interno de milho Potiguar sob adubação organomineral.....	<b>12</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Dados de precipitação, temperatura e umidade relativa semanais, provenientes da estação meteorológica convencional do município de Areia-PB, durante o período experimental .....10
- Figura 2.** Índice de Clorofila Falker (ICF) do milho variedade Potiguar cultivados sob diferentes manejos de adubação .....2

**BORBA, A. M. RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DA CULTURA DO MILHO À DIFERENTES MANEJOS DE ADUBAÇÃO.** Areia, PB, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Fev. 2018, 23p. Graduação em Agronomia. Orientador: Prof. Dr. Fabio Mielezrski. (Monografia, 35 p.)

## **RESUMO**

O milho é uma das culturas de maior importância mundial e no Brasil, o Nordeste é a segunda região que menos participa na produção desse grão, apresentando-se como a região que possui a menor produtividade, um dos principais fatores responsáveis pela baixa produtividade de milho é atribuído a fertilidade do solo. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento da cultura do milho cultivado sob diferentes manejos de adubações, visando determinar uma alternativa para a adubação mineral. O presente experimento de adubação foi conduzido na área experimental Chã-de-Jardim pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), no município de Areia-PB, com delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e quatro repetições sendo, T1 o tratamento correspondente ao plantio sem adubação; T2 corresponde a adubação química; T3 adubação orgânica; T4 Adubação orgânica + P e K; T5 adubação orgânica + N em cobertura; T6 Adubação orgânica+ P e K e + N em cobertura. Foram avaliados parâmetros de altura de planta, diâmetro de caule, número de folhas, clorofila A, B e clorofila total, taxa fotossintética, transpiração, condutância estomática, concentração Interna de CO<sub>2</sub> na folha. Os dados foram submetidos à análise de variância e as medias comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para a altura de planta aos 30 dias após a emergência (DAE), a adubação química juntamente com adubação orgânica + P e K e adubação orgânica + P e K e + N em cobertura apresentaram valor superiores e aos 60 DAE observou-se que houve diferença significativa onde o maior valor foi o da adubação química e o menor valor o tratamento sem adubação. Aos 30 e 60 DAE houve diferença significativa para o diâmetro de colmo e número de folhas, sendo o tratamento sem adubação a menor média. O tratamento que apresentou a maior taxa de fotossíntese foi a adubação orgânica + P e K e + N em cobertura, diferindo significativamente do tratamento composto por adubação orgânica. Os valores de transpiração apresentaram diferença significativa, sendo o tratamento de adubação orgânica + P e K e + N em cobertura apresentando a maior média. Não houve diferença significativa para o parâmetro de condutância estomática. O carbono interno teve diferença significativa, sendo o tratamento de adubação orgânica + P e K e + N em cobertura apresentando a maior média. Para o índice de clorofila Falker da clorofila B as plantas de milho apresentaram os maiores valores para a adubação química, porém não houve diferença estatística para o tratamento composto de adubação orgânica com N em cobertura. O índice de clorofila Falker da clorofila A, comportou-se correlatamente ao de clorofila total, com a adubação química apresentando maiores médias e a adubação orgânica + P e K as menores médias. A adubação orgânica + P e K e + N em cobertura apresentou-se com uma alternativa viável a adubação química.

**Palavras-chave:** Nutrição vegetal, Fisiologia, *Zea mays*.

**BORBA, A. M. PHYSIOLOGICAL RESPONSES OF MAIZE UNDER DIFFERENT FERTILIZATION MANAGEMENT.** Areia, PB, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Feb. 2018, 23p. Graduation in Agronomy. Advisor: Dr. Fabio Mielezski. (Work of conclusion, 35 p.)

### **ABSTRACT**

Maize is one of the world's and Brazil most important crop, the Northeast is the second region that least participates in the production of this grain, ranked as the region that has the lowest productivity, one of the main factors responsible for the low maize yield is attributed to soil fertility. Based on that, the objective of this study was to evaluate the development of maize cultivated under different nutritional managements, aiming to determine an alternative for mineral fertilization. The present fertilization experiment was carried out in the experimental area Chã-de-Jardim belonging to the Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), in the city of Areia-Paraíba, a randomized complete block design (DBC) was used, with six treatments and four replications, T1 being the treatment corresponding to the planting without fertilization; T2 corresponds to chemical fertilization; T3 organic fertilization; T4 Organic fertilization + P and K; T5 organic fertilization + N in the coverage; T6 Organic fertilization with correction + P, K and + N in the coverage. The parameters of plant height, stem diameter, number of leaves, chlorophyll A, B, total chlorophyll, photosynthetic rate, transpiration, stomatal conductance and Internal CO<sub>2</sub> concentration in the leaf were evaluated. Data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test at 5% of probability. For plant height, at 30 days after emergence (DAE), the chemical fertilization along with organic fertilization + P and K and organic fertilization + P, K and + N in coverage presented higher values and at 60 DAE, it was observed that there was a significant difference where the highest value was the chemical fertilization and the lower value was the treatment without fertilization. At 30 and 60 DAE there was a significant difference for stem diameter and leaf number, where the treatment without fertilization presenting the lowest value. The treatment with the highest rate photosynthesis rate was the organic fertilization with + P and K and + N in the coverage, differing significantly from the treatment of organic fertilization. The transpiration values presented significant difference, where the treatment with organic fertilization + P and K and + N in the coverage presented the highest mean. There was no significant difference for the stomatal conductance parameter. The internal carbon had a significant difference, where the treatment with organic fertilization + P and K and + N in the coverage presented the highest mean. For the Falker chlorophyll chlorophyll B index, the maize plants had the highest values in the chemical fertilization, but there was no statistical difference for the treatment with organic fertilization with mineral coverage. The Falker chlorophyll A index, behaved correlatively to the total chlorophyll, in the chemical fertilization presenting higher means and the organic fertilization + P and K the lower means. The organic fertilization with + P and K and + N in the coverage are a viable alternative to chemical fertilization.

**Keywords:** Plant nutrition, Physiology, *Zea mays*.

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas de maior importância mundial e no Brasil (BARBOSA, 2017). A produção nacional foi de 66,53 milhões de toneladas e 88,97 milhões de toneladas e produtividade de 4.181kg.ha<sup>-1</sup> e 5.249 kg.ha<sup>-1</sup> para as safras de 2015/2016 e 2016/2017 respectivamente, ficando muito abaixo da produtividade obtida pelos Estados Unidos de 10.570 kg.ha<sup>-1</sup> e 10.960 kg.ha<sup>-1</sup> para o mesmo período respectivamente (CONAB, 2017; USDA, 2018).

O Nordeste Brasileiro é a segunda região que menos participa na produção de milho nacionalmente, ficando na frente apenas do Norte, entretanto é a região que possui a pior produtividade ficando abaixo dos 1.500 kg.ha<sup>-1</sup> na safra de 2015/2016 e 2.400 kg.ha<sup>-1</sup> para a safra de 2016/2017. A Paraíba apresentou-se como o segundo e terceiro pior da região nordeste no quesito produtividade para as safras de 2015/2016 e 2016/2017 respectivamente, com as produtividades inferiores a 500 kg.ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2017).

Para Valderrama et al., (2011) um dos principais fatores responsáveis pela baixa produtividade de milho é atribuído a fertilidade do solo. No agreste paraibano o emprego de fertilizantes minerais é bastante reduzido devido ao baixo poder de compra dos pequenos produtores, bem como ao risco de variabilidade no regime pluviométrico (SILVA & MENEZES, 2007).

Uma prática comumente adotada para aumentar a produção é o uso do esterco como adubo orgânico para o suprimento de nutrientes nos solos (MENEZES & SILVA, 2008), além da adubação orgânica proporcionar melhorias físicas no solo, como o aumento da infiltração, elevação da capacidade de armazenamento d'água, maior agregação das partículas do solo e redução nos processos erosivos.

O efeito positivo da adubação orgânica vem sido relatada por diversos autores. Higashikawa e Menezes Júnior (2017) trabalhando com adubação orgânica, mineral e organomineral, afirmaram que a adubação orgânica proporcional melhorias físico-químicas no solo quando comparado com a adubação mineral. O efeito residual da adubação com esterco de animal atuou de forma significativa na produção de biomassa no cultivo de milho (SANTOS et al., 2010).

Sousa e Pereira (2016) evidenciaram que a atividade agrícola no Brejo Paraibano contribui no desempenho da agricultura paraibana. Apesar do cultivo do milho ter seu reconhecimento socioeconômico na região, as produções alcançadas pelos produtores são baixas devido a diversos fatores do sistema produtivo, como solos de baixa fertilidade, com o

manejo inadequado, com a ausência ou deficiência de adubação química, devido ao elevado custo dos adubos químicos (SANTOS et al., 2009). O uso de adubos orgânicos de origem animal é de fundamental importância para o crescimento de espécies cultivadas, relacionado a isso está o baixo custo dos adubos orgânicos e a melhoria e conservação do solo (PAULETTI, et al., 2008).

A utilização de fertilizantes organominerais, consiste basicamente na combinação de fertilizantes minerais e orgânicos, quando comparado com os adubos químicos, os organominerais apresentam um menor custo, tornando assim uma alternativa viável (MALAQUIAS & SANTOS, 2017). Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento da cultura do milho cultivado sob diferentes manejos de adubações, visando determinar uma alternativa para a adubação mineral.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Caracterização e importância do milho**

O milho é uma planta monocotiledônea e pertencente à classe Monocotyledoneae, família Poacea, gênero *Zea*, espécie *Zea mays* (L.), de ciclo anual, apresentando inflorescências femininas (espigas) e masculinas (pendão), além de folhas lanceoladas, devidamente suportadas por um sistema radicular fasciculado (FANCELLI, DOURADO NETO, 2000).

A importância econômica desta espécie é caracterizada por diversas formas de utilização, como na alimentação humana e alimentação animal (CANDELLIER et al., 2011; MUMBACH et al., 2017), podendo ser encontrado em 600 produtos alimentícios, mas a utilização do cereal para fabricação de ração emprega a maior parte da produção, sendo 40% do total destinado à fabricação de ração para aves e 25% para suínos (PESKE, 2007), além da utilização da silagem do milho se caracterizar como um alimentos indispensável para a pecuária, devido a produção de massa verde juntamente ao teor de carboidratos solúveis, servindo para alimentação animal de corte e leiteiro (MENDES et al., 2008; DOS SANTOS et al., 2010; PEREIRA et al., 2012).

O consumo do milho vem aumentando, tanto em níveis nacionais como mundiais, pelo aumento de demanda devido a própria elevação do consumo de derivados de aves e suínos exige indiretamente aumento na disponibilidade de milho, devido à sua incorporação nas rações animais (LOGUERCIO et al., 2002). Associado a isso a procura por substitutos do petróleo e a busca por novas matérias primas para os biocombustíveis, tem ressaltado a possibilidade da obtenção de etanol a partir da cultura do milho, que apesar de ser pouco

difundido no Brasil por questões industriais, é realidade nos Estados Unidos onde cerca de 90% da produção de etanol é oriundo do milho (ECKERT, 2016; ROSSETO et al., 2017).

Os maiores produtores mundiais são os Estados Unidos, China e Brasil. No ranking de exportação o Brasil ocupa a segunda posição (USDA, 2017), sendo o Centro Oeste e Sul as principais regiões produtoras desse cereal no Brasil (CONAB, 2017). Segundo a Conab (2017), a área nacional plantada pela cultura do milho nas duas safras de 2015/2016 foi de 15,9 milhões ha, para 2016/2017 a previsão é de 16,1 milhões ha, com uma produção de 64,5 milhões t e 84,4 milhões t, respectivamente. O Nordeste apresentou 11,72% dessa área, com uma produção de 2,8 milhões t. A Paraíba é o segundo estado do Nordeste de menor participação apresentando 0,7% da área plantada com produção de 2,1 milhões t.

## **2.2 Adubação na cultura do milho**

O aumento da produtividade de uma determinada cultura se dá pela associação de diversos fatores, desde a utilização de cultivares adaptadas às condições locais, boa fertilidade do solo e ao manejo de pragas e doenças (MUMBACH et al., 2017).

Valderrama et al., (2011) evidenciaram que a fertilidade dos solos é um dos principais fatores relacionados a baixas produtividades do milho tanto para produção de grãos quanto para forragens, devido aos baixos teores de nutrientes presentes no solo como também ao uso inadequado de fertilizantes.

Para que haja o aumento da produtividade, é necessário que sejam supridas as exigências nutricionais da cultura do milho, de forma a atender a grande demanda de extração de nutrientes do solo (CANTARELLA & DUARTE, 2004). As produções alcançadas pelos produtores na região Nordeste são baixas devido a diversos fatores do sistema produtivo, como o manejo de adubação inadequado em solos de baixa fertilidade, devido ao elevado custo dos fertilizantes químicos (SANTOS et al., 2009).

### **2.2.1 Exigências nutricionais da cultura do milho**

Para que o milho possa atingir o seu potencial produtivo, faz-se necessário o suprimento das exigências nutricionais (AMARAL FILHO et al., 2005), pois a cultura do milho, durante seu ciclo, extrai grandes quantidades de nutrientes do solo (COELHO & FRANÇA, 1995).

O nitrogênio é o elemento que é mais exigido pela cultura do milho, sendo este o que em maior frequência limita a produtividade de grãos desta cultura, pois exerce função nos



processos bioquímicos, constituindo as proteínas, ácidos nucleicos, fitocromos e clorofila (FORNASIERI FILHO, 2007; CIVARDI et al., 2011).

Uhart e Andrade (1995) relataram que o elemento nitrogênio determina o desenvolvimento de plantas de milho, com aumento significativo na produção de matéria seca, e área foliar, resultando em uma maior produtividade. Para que se obtenham altas produtividades, as recomendações de adubação nitrogenada de cobertura, variam de 40 a 70 kg.ha<sup>-1</sup> e 100 a 200 kg.ha<sup>-1</sup> de N, nos sistemas de produção de sequeiro e irrigado, respectivamente (COELHO & FRANÇA, 1995).

O potássio é o segundo elemento mais demandado pela cultura do milho, ficando atrás apenas do nitrogênio, e apesar de toda essa demanda o potássio não faz parte de nenhum composto orgânico dentro da planta, porém é importante na síntese e metabolismo de carboidrato, como a fotossíntese e respiração e é ativador enzimático (COELHO et al., 2011; TAKASU et al., 2014).

Takasu et al. (2014) evidenciaram que a adubação potássica traz benefícios como geral, pela precocidade do aparecimento da inflorescência feminina, uniformidade de maturação, resistência do colmo, maior peso de grãos e redução do acamamento. Para Von Pinho e colaboradores (2009) trabalhando com dois cultivares de milho relataram que o acúmulo de potássio na parte aérea foi de 312-316 kg.ha<sup>-1</sup> para a produtividade de 13,5-14,6 Mg.ha<sup>-1</sup> respectivamente.

O Fósforo é menos exigido na cultura do milho em termos de quantidade se comparado ao Nitrogênio e Potássio (CASTRO et al., 2016). Porém, o fósforo é um nutriente fundamental para a produção de grãos, com cerca de 85% de seu total absorvido pelas plantas de milho são exportados para os grãos (RESENDE et al., 2006).

Um dos macro nutrientes mais exigidos pela cultura do milho o fosforo é um componente estrutural de macromoléculas, como ácidos nucléicos e fosfolipídios, e também da adenosina trifosfato (ATP), sendo um elemento chave de várias vias metabólicas e reações bioquímicas (RESENDE et al., 2006; TIRITAN, et al., 2010). Vem sendo recomendando aplica entre 40 à 120 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (IAC BOLETIN n.º 200, 2014).

### **2.2.2 Adubação orgânica e organomineral**

Segundo Saldanha et al. (2017) atualmente tem-se despertado o interesse por práticas agrícolas sustentáveis, devido a conscientização ambiental. A utilização continua de adubos químicos tem resultado em problemáticas no quesito de degradação do solo, que provoca

rápida redução do teor de matéria orgânica, salinização, erosão, acarretando no empobrecimento no teor de nutrientes deste solo (SILVA et al., 2007).

Para reverter o processo de degradação física dos solos agrícolas, tem-se realizado práticas agrícolas como o cultivo mínimo, plantio direto, adubação verde, adubação orgânica, consorciação, rotação de culturas, dentre outras, práticas recomendadas (ANDREOLA et al., 2000).

O esterco bovino e a cama de galinha caipira vêm se destacando como insumos naturais, de baixo custo e de utilização acessível às condições técnica e econômica dos pequenos produtores, com menor impacto sobre o meio ambiente (SANTOS et al., 2009). Além do benefício como fonte de nutrientes e matéria orgânica do solo, há melhoria dos atributos físicos do solo, maior capacidade de retenção de água (SILVA et al., 2004).

Diversos tipos de adubos orgânicos são capazes de incrementar a produtividade de diversas culturas, a cama de frango e o esterco bovino são exemplos desses adubos (MENESES, 1993; SILVA, et al., 2004; COSTA et al., 2009) que podem elevar a produtividade do milho (MENESES, 1993). O uso do esterco contribuiu com um acréscimo de 85% de produtividade de milho, além de melhorar as características químicas do solo, aumentando significativamente os nutrientes do solo, principalmente fósforo e potássio (MELO et al., 2009). Santos e colaboradores (2009) evidenciaram que a adubação com esterco bovino pode trazer melhorarias para a produtividade do milho cultivado em sistema de produção familiar no Brejo paraibano.

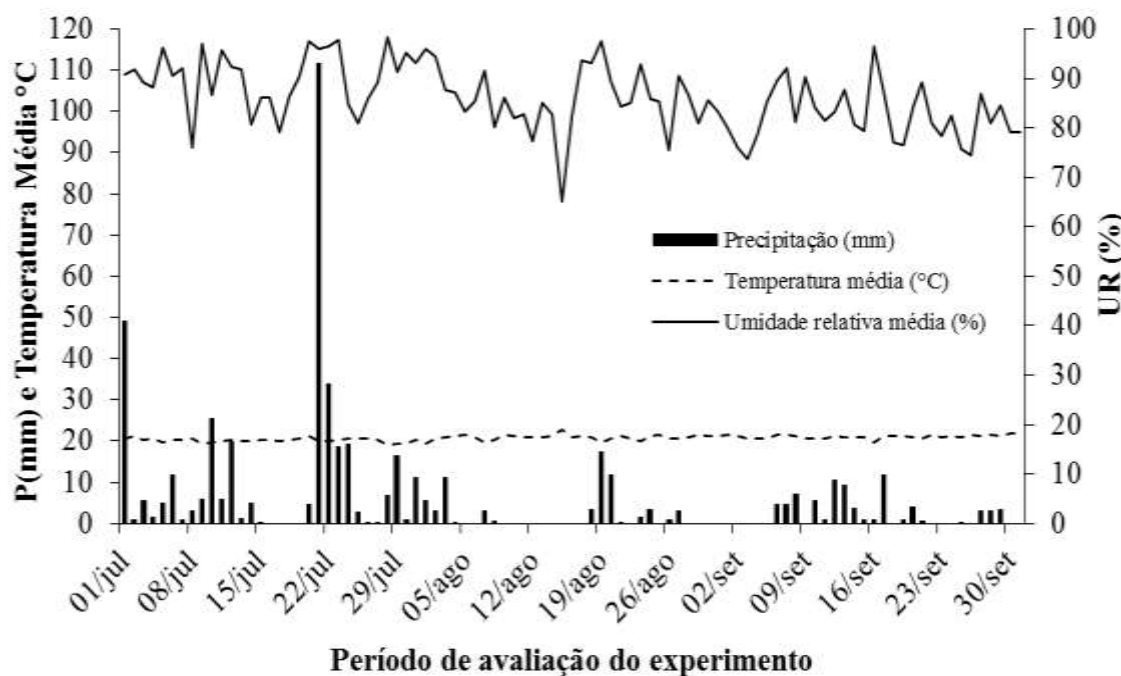
Para Malaquias & Santos (2017) a utilização de fertilizantes organominerais são uma alternativa viável, consistindo basicamente da combinação de fertilizantes minerais e orgânicos, quando comparado com os adubos químicos, os organominerais apresentam um menor custo. O uso de adubos organominerais são significativos para o crescimento e desenvolvimento das culturas devido à grande quantidade de matéria orgânica e minerais presentes nesses adubos, reduzindo, com isto, as perdas dos nutrientes como nitrogênio, potássio, fósforo em relação quando se aplica os adubos químicos (SANTOS et al., 2013).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

O presente experimento de adubação foi conduzido na área experimental Chã-de-Jardim, em 2017, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), no município de Areia-PB, localizada na microrregião geográfica do Brejo Paraibano. De acordo com Peel et al. (2007), o clima da região é classificado como tropical

úmido, apresentando média de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação de 23°C, 80% e 1.400 mm anuais, respectivamente.

Os dados de precipitação, temperatura e umidade relativa durante o período de condução do experimento estão expressos na figura 1.



**Figura 1.** Dados de precipitação, temperatura e umidade relativa semanais (2017), provenientes da estação meteorológica convencional do município de Areia-PB, durante o período experimental.

O solo da área experimental está classificado como LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, o qual foi caracterizado quimicamente (Tabela 1). A análise foi realizada no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do Departamento de Solos e Engenharia Rural (DSER/CCA/UFPB) no ano de 2017.

**Tabela 1.** Características químicas do solo, na camada de 0 a 20 cm. Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do Departamento de Solos e Engenharia Rural (DSER/CCA/UFPB) (Ano 2017).

pH	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	CTC	M.O.
Em KCl	--mg/dm <sup>3</sup> --					Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>			g/kg
4,8	2,40	28,40	0,05	5,49	0,10	0,81	0,30	6,72	36,72

### 3.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 parcelas experimentais. As parcelas foram

constituídas por cinco fileiras de cinco metros de comprimento, com espaçamento de 0,8 m entre linhas e 0,2 m entre plantas (62.500 plantas por hectare). A área útil da parcela foi constituída pelas três fileiras centrais desprezando-se 0,5m da bordadura.

A variedade de milho utilizada foi a Potiguar, melhorada pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Rio Grande do Norte-EMPARN®. Este material foi submetido a cinco tratamentos de adubações, sendo aplicados fontes comerciais de Cloreto de Potássio (KCl 60%) como fonte de potássio, Ureia (N 45%) como fonte de nitrogênio, Mono-Amônio-Fosfato MAP (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 48%; N 12%) como fonte de nitrogênio e fosforo, e Esterco bovino como fonte de nutrientes (Tabela 2), e um tratamento controle (sem adubação), sendo: T1 o tratamento correspondente ao plantio sem adubação; T2 corresponde a adubação química; T3 adubação orgânica; T4 Adubação orgânica +P + K; T5 adubação orgânica +N em cobertura; T6 Adubação orgânica +P +k e + N em cobertura.

**Tabela 2.** Características químicas do Esterco bovino. Laboratório de análise de tecido de planta do Departamento de Solos e Engenharia Rural (DSER/CCA/UFPB) (Ano 2017).

Amostra	N	P	K
	-----g/kg-----		
<b>Esterco Bovino</b>	15,58	5,07	11,82

A adubação realizou de acordo com o manual de Recomendações de Adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação (2008), que de acordo com a caracterização química do solo (Tabela 1), houve a necessidade de se aplicar 30kg.ha<sup>-1</sup> de Nitrogênio (N), 30kg.ha<sup>-1</sup> de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 30kg.ha<sup>-1</sup> de potássio (K<sub>2</sub>O) em fundação e 40kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (N) em cobertura.

Na adubação química, foram adicionados 5g.m<sup>-1</sup> de Mono-Amônio-Fosfato, fazendo com que a demanda por fosforo fosse suprida e adiciona 0,6g.m<sup>-1</sup> de nitrogênio, reduzindo assim a quantidade de nitrogênio a ser aplicado de 2,4g.m<sup>-1</sup> para 1,8g.m<sup>-1</sup>, utilizando aplicar 4g.m<sup>-1</sup> de ureia. A quantidade de Cloreto de Potássio que foi aplicado foi de 4g.m<sup>-1</sup>.

Para a adubação orgânica foi calculado a necessidade de aplicar 160g.m<sup>-1</sup> (2.000 kg.ha<sup>-1</sup>) de esterco bovino, posteriormente foi determinado a umidade do esterco para a aplicação da quantidade real (Esterco + água) que deveria ser aplicado em fundo de sulco, para isso separou-se duas amostras diferentes de esterco em uma estufa com circulação forçada de ar à 62°C até estabilizarem o peso. Com isso determinou que o teor de matéria seca do esterco foi de 27,27%, devendo aumentar a dose para 586g.m<sup>-1</sup>, no qual foi suficiente para suprir a

recomendação de nitrogênio, houve um déficit de  $1,59\text{g}.\text{m}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e um déficit de  $0,51\text{g}.\text{m}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ .

Para os tratamentos que utilizaram o acréscimo de P e K foram utilizados  $131\text{g}.\text{m}^{-1}$  de esterco,  $3,625\text{g}.\text{m}^{-1}$  de MAP e  $1,425\text{g}.\text{m}^{-1}$  de KCl visando fornecer as quantidades adequadas dos macronutrientes primários da cultura segundo o manual de adubação. Para a cobertura foram utilizados  $7,1\text{g}.\text{m}^{-1}$  de Ureia aos 30 dias após a emergência.

### **3.2 Condução do Experimento**

Em toda a área experimental foi realizado a correção da acidez do solo através do método de saturação por base, visando elevar a saturação para 60%, foi utilizado o calcário dolomítico (PRNT 80%), a calagem foi realizada 70 dias antes do plantio, em seguida foi realizada a incorporação aos 0,20m de profundidade. Aos 40 dias antes do plantio foi realizada aplicação de herbicida não seletivo, sistêmico de uso de pós-emergência de molécula Glifosato.

A adubação foi realizada em sulcos de aproximadamente 0,08m de profundidade onde foram depositados os respectivos fertilizantes e cobertos para que a profundidade de semeio se aproximasse de 0,03m. Foram semeados três sementes de milho variedade Potiguar a cada 0,20m e após 10 dias da emergência foi realizado o desbaste, deixando cinco plantas por metro linear.

### **3.3 Análises de Parâmetros Biométricos e fisiológicos**

Foram selecionadas cinco plantas aleatórias dentro da área útil das parcelas para as análises de altura de planta, diâmetro de caule, número de folhas, clorofila A, B e clorofila total.

A determinação da altura média da planta em centímetros foi realizada com régua e compreendeu a distância entre a região da superfície do solo e a inserção da folha +1, aos 30, e 60 dias após a emergência (DAE) seguindo a metodologia proposta por Repke et al. (2013). Simultaneamente, foi determinado o diâmetro de colmo em centímetros, aos 30, e 60 DAE, considerou-se o diâmetro a 0,02m do solo, com uso de paquímetro.

Para a mensuração dos teores de clorofila utilizou-se um clorofilômetro eletrônico clorofiLOG®, modelo CFL 1030, realizando as avaliações entre 9 e 11h das manhã, operando conforme as instruções do fabricante (Falker, 2008). Neste aparelho, os valores mensurados são denominados índice de clorofila Falker (ICF) (NUNES, 2016). Para a leitura aos 70 DAE realizou-se a leitura na primeira folha oposta e abaixo da espiga. Para as leituras foram

realizados três análises, a primeira no ápice da folha, a segunda na região mediana da folha e a terceira na região basal da folha, sendo utilizado o valor médio destes três.

Para as valiações de trocas gasosas e eficiência fotossintética das folhas de milho na fase de florescimento do milho (70 DAE), utilizou-se um Analisador de Gases no Infravermelho (IRGA), (LI-COR®, modelo LI-6400XT), sendo utilizadas duas plantas por parcela no período da manhã, entre 9 e 11 horas, amostrando-se a primeira folha oposta e abaixo da espiga. Os parâmetros fotossintéticos avaliados foram: taxa fotossintética, transpiração, condutância estomática, concentração interna de CO<sub>2</sub> na folha.

### **3.5 Análise Estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância e as medias comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Utilizou-se o software SAS 9.3 (2011) para as análises.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para o desenvolvimento de milho cultivado sob diferentes manejos de adubação, verificou-se que para a altura de planta aos 30 dias após a emergência, a adubação química juntamente com adubação orgânica +P e K e adubação orgânica +P e K e +N em cobertura apresentaram valor superiores, diferenciando estatisticamente do tratamento sem adubação e os demais tratamentos apresentaram-se de maneira intermediária. Para a altura de planta aos 60 DAE observa-se que há diferença significativa onde o maior valor foi o da adubação química e o menor valor o tratamento sem adubação (Tabela 3).

Aos 30 DAE houve diferença significativa para o diâmetro de colmo sendo os tratamentos compostos por adubação química, adubação orgânica com +P e K e adubação orgânica +P e K e +N em cobertura atingiram os maiores valores e o tratamento sem adubação o menor valor. Aos 60 DAE também houve diferença significativa no diâmetro de colmo, sendo o tratamento com adubação química que apresentou a maior média e o tratamento sem adubação a menor média.

Para o número de folhas aos 30 DAE apresentou diferença significativa nas médias, sendo o tratamento de adubação química com maiores médias e sem adubação com as menores médias, já aos 60 DAE o tratamento sem adubação apresentou novamente a pior média, porém a maior média foi a de adubação orgânica +P e K e + N em cobertura.

**Tabela 3.** Altura, diâmetro, número de folhas de milho variedade potiguar sob diferentes adubações organominerais avaliados aos 30 e 60 dias após a emergência.

Tratamentos	Altura (cm)	Diâmetro (cm)	Número de folhas
	30 Dias após emergência		
<b>Sem adubação</b>	7.80b	0.62c	4.05c
<b>Adub. Química</b>	19.35a	1.41 a	5.70a
<b>Orgânico</b>	17.18ab	1.25ab	4.80abc
<b>Orgânico + P e K</b>	18.70a	1.36 a	5.20ab
<b>Orgânico + N em Cobertura</b>	15.90ab	1.19b	4.70bc
<b>Orgânico + P e K. + N Cob.</b>	19.40a	1.39 a	5.25ab
	60 Dias após emergência		
<b>Sem adubação</b>	22.75d	1.72c	6.80d
<b>Adub. Química</b>	85.25a	2.43 a	11.20ab
<b>Orgânico</b>	66.95c	2.27ab	10.35bc
<b>Orgânico + P e K</b>	73.70bc	2.30ab	10.75bc
<b>Orgânico + N em Cobertura</b>	64.40c	2.24b	10.05c
<b>Orgânico + P e K. + N Cob.</b>	79.85ab	2.39ab	11.75a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em até 5% de probabilidade

Os tratamentos que foram realizadas as correções e o tratamento químico apresentaram as maiores médias de altura de planta aos 30 DAE, possivelmente pelo fornecimento adequados dos macronutrientes primários (N, P e K), a testemunha (sem adubação) apresentou as menores médias, provavelmente pelo não suprimento das demandas nutricionais da cultura do milho. Os tratamentos que receberam uma adubação com déficit (P e K) de nutrientes apresentou uma altura de planta intermediária.

O diâmetro de colmo aos 30 DAE comportou-se de maneira parecida ao de altura de plantas, com os tratamentos que consistiram no fornecimento adequado dos nutrientes apresentando as maiores médias, e o sem adubação com o menor valor médio de diâmetro de colmo. Para o número de folhas o tratamento sem adubação apresentou a menor média, provavelmente pela indisponibilidade de nutrientes, esse tratamento diferiu significativamente dos tratamentos que era composto pela adubação química e as duas adubações orgânicas que foram realizadas as adições de P e K.

O elemento fósforo é o nutriente, em que os tratamentos de adubação orgânica e adubação orgânica +N em cobertura, possui o maior déficit com cerca de 1,6 mg.m<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>,

podendo este estar relacionado com que esses tratamentos mantêm-se intermediários para a altura de planta, diâmetro de colmo e número de folhas aos 30 dias após a emergência.

Para Malavolta (2006) Fósforo é responsável pelo bom desenvolvimento das raízes e de plântulas no início do seu desenvolvimento, contribuindo para o aumento da resistência. Harger et al. (2007) trabalhando com doses e fontes de fósforos obtiveram que até 131,06 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, as plantas de milho aumentam a produção de matéria seca aos 26 dias após a emergência a medida que aumenta a doses de fósforo.

O solo inicialmente apresentou um teor muito baixo de fósforo 2,4 mg.dm<sup>-3</sup> (Tabela 1) aliada a esta deficiência natural em fósforo, tem-se a alta capacidade de adsorção desse elemento, em consequência dos elevados teores dos óxidos de ferro e alumínio contidos nos Latossolos (SILVA et al. 2011).

Von Pinho e colaboradores (2009) evidenciaram que as exigências nutricionais de nitrogênio pela cultura do milho variam com os diferentes estádios de desenvolvimento da planta, nos estádios iniciais da cultura do milho são mínimas essas exigências e ao decorrer da taxa de crescimento da planta aumenta-se, alcançando seu máximo durante o florescimento até o início de formação dos grãos.

O tratamento que não houve adubação apresentou as menores médias de altura, diâmetro e número de folhas, aos 60 dias após a emergência, provavelmente está relacionado com a deficiência nutricional. Quando se aumenta a dose de fertilizantes, aumentam a quantidade de nutrientes disponível, havendo assim um acréscimo na altura de plantas de milho, até um determinado limite (Gomes et al., 2005).

A adubação química resultou nas maiores médias de altura de plantas e diâmetro de caule aos 60 DAE, e a adubação orgânica + P e K e + N em cobertura possuíram as maiores médias de número de folhas, entretanto para nenhum deles houve diferença significativa entre si, tal resultado pode ser explicado devido ao fornecimento total, segundo a recomendação de adubação do Estado de Pernambuco, dos macronutrientes primários.

O tratamento que apresentou maior a maior taxa de fotossíntese foi o da adubação orgânica +P e K e + N em cobertura, diferindo significativamente do tratamento composto por adubação orgânica. Os valores de transpiração apresentaram diferença significativa, sendo o tratamento de adubação orgânica +P e K e + N em cobertura apresentando a maior média. Não houve diferença significativa para o parâmetro de condutância estomática. O carbono interno teve diferença significativa, sendo o tratamento de adubação orgânica +P e K e + N em cobertura apresentando a maior média. (Tabela 4).



**Tabela 4.** Fotossíntese, Transpiração, Condutância Estomática e Carbono Interno de milho Potiguar sob adubação organomineral.

<b>Tratamentos</b>	<b>Fotossíntese</b> $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	<b>Transpiração</b> $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	<b>Condutância est.</b> $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	<b>Carbono int.</b> $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
<b>Sem adubação</b>	24,19ab	0,12b	130,44a	3,08b
<b>Adub. Química</b>	27,12ab	0,19ab	137,31a	4,11ab
<b>Orgânico</b>	23,59b	0,13b	135,14a	2,92b
<b>Orgânico + P e K</b>	24,05ab	0,13b	132,50a	3,13b
<b>Orgânico + N em Cobertura</b>	26,37ab	0,14b	131,57a	3,41b
<b>Orgânico + P e K. + N Cob.</b>	29,07a	0,23a	137,30a	4,90a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em até 5% de probabilidade.

Para planta que possuem o ciclo C4, estas são catalisadas pela enzima fosfoenolpiruvato carboxilase (PEP), a reação apresenta uma grande vantagem em relação às plantas C3 porque o CO<sub>2</sub> fixado pela via C4, é essencialmente “bombeado” das células do mesófilo para as células da bainha vascular. Isso mantém uma elevada razão CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> no sítio de ação da ribulose-1, 5-bisfosfato carboxilase/oxigenase (Rubisco), o que favorece a carboxilação da ribulose-1,5-bifosfato (TAIZ; ZEIGER, 2013). Na deficiência de um nutriente essencial como o nitrogênio (N), a atividade das enzimas Rubisco e PEP decresce, consequentemente, a fotossíntese líquida de CO<sub>2</sub> é prejudicada (WEI et al., 2016).

A adubação orgânica + P e K e +N em cobertura diferiu estatisticamente do tratamento composto pela adubação orgânica, sendo que este último apresentou a menor taxa de fotossíntese, o tratamento sem adubação apresentou com intermediário, provavelmente devido a taxa de extração de nitrogênio deste tratamento, visto que, possuiu as menores médias de altura de planta, diâmetro de colmo e número de folhas (Tabela 3).

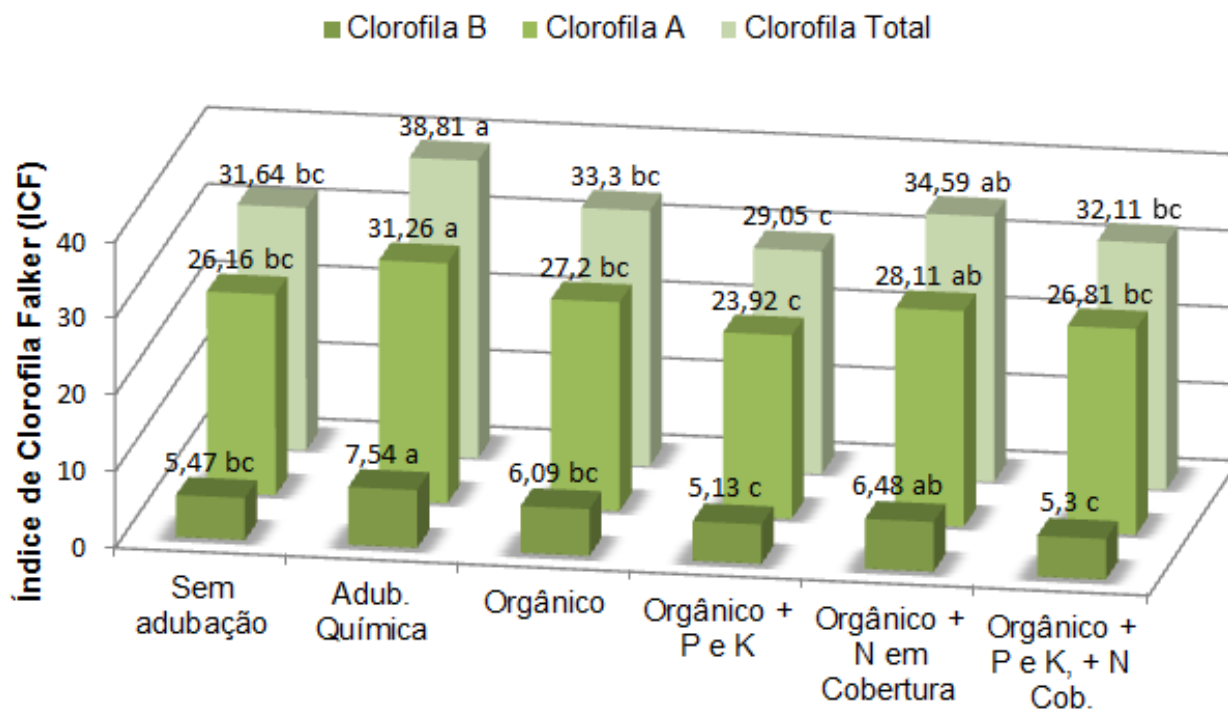
Para Kerbaui (2013) a transpiração é o principal fator que controla o fluxo de água no xilema, quanto maior a taxa de transpiração, maior o fluxo de seiva no xilema. O mesmo autor evidenciou que devido a maioria da água transpirada é perdida pela transpiração estomática, existe uma correlação positiva entre a transpiração e a condutância estomática.

É provável que associado a alta relação da transpiração com a condutância estomática, o tratamento composto pela adubação orgânica + P e K e + N em cobertura mineral apresentou a maior taxa transpiratória não diferindo da adubação química devido ao aporte de potássio, que é fundamental no processo de abertura estomática, agregado a cobertura com nitrogênio, no qual é essencial para a síntese de proteínas como a  $H^+$  - ATPase, que é utilizada para o fluxo de  $K^+$  e  $Cl^-$  para a abertura e fechamento dos estômatos.

Não houve diferença significativa para a condutância estomática, o que implica dizer que a quantidade de esterco aplicado não foi o suficiente para alterar a capacidade de retenção de água do solo. Segundo Brito et al. (2013) a variável fisiológica mais sensível ao estresse hídrico foi a condutância estomática, sendo assim, a planta na condição de estresse tende a fechar os seus estômatos no sentido de minimizar a perda de água e manter a turgescência. Comparando com os dados disponibilizados por Larcher (2006) a condutância estomática apresenta dentro da amplitude de  $80-460 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  para o grupo das gramíneas.

Vale ressaltar que as variáveis fotossíntese e Carbono interno têm relação inversa, isto é, quanto maior a taxa fotossintética, maior o consumo de  $CO_2$  usado na fotossíntese, o que reduz o carbono interno, e diretamente proporcional a captação de carbono, podendo ser pela respiração ou pelo influxo de carbono do meio externo, este último se dá pela maior concentração de  $CO_2$  ocorrer na atmosfera externa próximo a folha (LARCHER, 2006; GALON et al., 2013).

Para o índice de clorofila Falker da clorofila B as plantas de milho apresentaram os maiores valores para a adubação química, porém não houve diferença estatística para o tratamento composto de adubação orgânica + N em cobertura, esta apresentou-se como intermediário da adubação orgânica e sem adubação quando comparado com adubação química, os tratamentos que realizou-se o acréscimo de P e K apresentaram os menores valores para o ICF da clorofila B. O índice de clorofila Falker da clorofila A, comportou-se correlatamente ao de clorofila total, com a adubação química apresentando maiores médias e a adubação orgânica +P e K as menores médias (Figura 2.).



**Figura 2.** Índice de Clorofila Falker (ICF) do milho variedade Potiguar cultivados sob diferentes manejos de adubação. Médias seguidas de mesma letra na série não diferem entre si pelo teste de Tukey em até 5% de probabilidade.

Uma das ferramentas que vêm ganhando espaço para a avaliação do estado nutricional é a determinação do teor relativo de clorofila por meio do clorofilômetro, estipulando a necessidade de adubação nitrogenada em várias culturas (ARGENTA et al., 2001; SOUSA et al., 2015). O teor de clorofila na folha é utilizado para predizer o nível nutricional de nitrogênio (N) em plantas, devido ao fato de a quantidade desse pigmento correlacionar-se positivamente com teor de N na planta (Booij et al., 2000).

Quando compara os dados obtidos nesta pesquisa com pesquisas realizados outrora (ALVES et al., 2013; SOUSA et al., 2015), é possível observar que até as médias dos tratamentos que disponibilizam prontamente os nutrientes apresentaram-se inferior, isso deve ter ocorrido pelo fato do período da adubação de cobertura não ter disponibilidade de água (Figura 1), comprometendo assim a eficiência da adubação nitrogenada.

A forma mais comum de aplicação da ureia no solo é em cobertura, sem incorporação, o que aumenta a possibilidade de perdas do nutriente por volatilização (FRAZÃO et al., 2014). Sangoi et al. (2003) evidenciaram que o período de máxima perda de amônia da adubação com uréia concentra-se nos primeiros seis dias após adubação.

Para a clorofila B os tratamentos que houve o acréscimo de P e K mineral apresentaram-se com o menor índice de clorofila Falker (ICF), diferenciando estatisticamente dos

tratamentos de adubação mineral e adubação orgânica + N em cobertura, o acréscimo de P e K da adubação orgânica, realizada com MAP (12-48-00), adiciona ao sistema nitrogênio, onde possivelmente aumentou a taxa de mineralização dos nutrientes do esterco bovino, disponibilizando principalmente nas fases iniciais, podendo ter reduzido para os estágios mais avançados da cultura, ocasionando uma deficiência nutricional.

Segundo Kiehl (1985) a velocidade de mineralização dos nutrientes presentes na matéria orgânica na forma imobilizada é governado pela relação Carbono(C)/Nitrogênio(N), quando mais elevado a taxa de nitrogênio, mais rápido se dá o tempo de mineralização e a disponibilização dos nutrientes as culturas.

A adubação química resultou nas maiores médias de clorofila A e clorofila total, porém não diferenciou em nenhum destes do tratamento que consistiu na adubação orgânica + N em cobertura, provavelmente a cobertura mineral com Ureia (45% N), apesar de deficiente devido a escassez hídrica, estimulou o processo de mineralização do esterco bovino, disponibilizando nutrientes nos estágios fenológicos e cronológicos mais avançados.

## 5. CONCLUSÃO

A adubação orgânica + P e K e + N em cobertura apresentou-se com uma alternativa viável a adubação química.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, V. B.; PADILHA, N. S.; GARCIA, R. A.; CECCON, G. Milho consorciado com *Urocloa ruziziensis* produtividade da soja em sucessão. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.3, p. 280-292, 2013.

AMARAL FILHO, J.P.R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.J.C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 467-473, 2005.

ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N.; JUCKSCH, I. A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou, mineral influenciando a sucessão feijão/milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.867-874, 2000.

BARBOSA, W. S. S. **Milho cultivado sob diferentes lâminas de irrigação e adubação nitrogenada**. 2017. 115p. dissertação de mestrado em produção vegetal- Universidade Federal de Alagoas-Centro de Ciências Agrárias.

BRITO, M. E. B.; ARAÚJO FILHO, G. D.; WANDERLEY, J. A. C.; MELHO, A. S.; COSTA, F. B.; FERREIRA, M. G. P. Crescimento, fisiologia e produção do milho doce sob estresse hídrico. **Biosci. Journal**, v. 29, n. 5, p. 1244-1254. 2013.

BOOIJ, R.; VALENZUELA, J.L. e AGUILERA, C. Determination of crop nitrogen status using non-invasive methods. In: HAVERKORT, A.J.; MACKERRON, D.K.L. (Eds.). **Management of nitrogen and water in potato production**. The Netherlands, Wageningen Pers, 2000. p.72-82.

CANCELLIER, L. L.; AFFÉRI, F. S.; ADORIAN, G. C.; RODRIGUES, H. V. M.; MELO, A., V.; PIRES, L. P. M.; CANCELLIER, E. L. Adubação orgânica na linha de semeadura no desenvolvimento e produtividade do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n.2, p. 527-540, 2011.

CANTARELLA, H.; DUARTE, A. P. Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. (Eds.) **Tecnologia de produção de milho**. Viçosa: UFV, 2004. p. 139-182.

CASTRO, L. R.; REIS, T. C.; FERNANDES JÚNIOR, O.; ALMEIDA, R. B. S.; ALVES, D. S. Doses e formas de aplicação de fósforo na cultura do milho. **Revista Agrarian**. V.9, n. 31, p. 4-54, 2016.

CIVARDI, E. A.; SILVEIRA NET, A. N.; RAGAGNIN, V. A.; GODOY, E. R.; BROD, E. Ureia de liberação lenta aplicada superficialmente e ureia comum incorporada ao solo no rendimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 1, p. 52-59, 2011.

COELHO, A. M. et al. **Cultivo do Milho**. Embrapa Milho e Sorgo-Sistema de Produção, Versão Eletrônica - 7ª edição. 2011.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira. Grãos. Safra 2016/2017. **Monitoramento agrícola**. Brasília, v.4, p. 1-162. 2017.

COSTA, A. M., BORGES, E. N., SILVA, A. A., NOLLA, A. & GUIMARÃES, E. C. Potencial de recuperação física de um Latossolo Vermelho, sob pastagem degradada, influenciado pela aplicação de cama de frango. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, 1991-1998. 2009.

ECKERT, C. T. **Avaliação da produção de etanol a partir de distintos híbridos de milho na região Oeste do Paraná**. 2016. 74 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus de Cascavel.

FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA Ltda. **Manual do medidor eletrônico de teor clorofila (ClorofiLOG / CFL 1030)**. Porto alegre, Falker Automação Agrícola. 2008. 33p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. (Eds). **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. p. 21-54.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576p.

FRAZÃO, J.J.; SILVA, A.R. da; SILVA, V.L. da; OLIVEIRA, V.A.; CORRÊA, R.S. Fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada e ureia na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18,n.12, p.1262-1267, 2014.

GALON, L.; FERREIRA, E. A.; CONCENÇO, G.; SILVA, A. A.; SILVA, D. V.; SILVA, A. F.; ASPIAZÚ, I. VARGAS, L. Característica fisiológicas de biótipos de *Conyza bonariensis* resistentes ao glyphosate cultivados sob competição. **Planta daninha**, v. 31, n.4, p. 859-866. 2013.

GOMES, J. A.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, A. L.; VIDIGAL FILHO, P. S.; SAGRILO, E.; MORA, F. Adubações orgânica e mineral, produtividade do milho e características físicas

e químicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo. **Acta, Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 3, p. 521-529, 2005.

Harger, N.; Brito, O. R.; Ralisch, R.; Ortiz, F. R.; Watanabe, T. S. Avaliação de fontes e doses de fósforo no crescimento inicial do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, n. 1, p. 39-44, 2007.

HIGASHIKAWA, F. S.; MENEZES JÚNIOR, F. O. G. Adubação mineral, orgânica e organomineral: efeitos na nutrição, produtividade, pós-colheita da cebola e na fertilidade do solo. **Revista Scientia Agraria**, v. 18. n. 2, p. 01-10. 2017.

Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas / Eds. Adriano Tosoni da Eira Aguiar, Charleston Gonçalves, Maria Elisa Ayres Guidetti Zagatto Paterniani; et al. 7.<sup>a</sup> Ed. rev. e atual. **Campinas: Instituto Agrônômico**, 2014. 452 p. (Boletim IAC, n.º 200).

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2ed. 2013. 431 p.

KIEHL, E, J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres. 1985. 492 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa. 2006. 550 p.

LOGUERCIO, L. L.; CARNEIRO, N. P.; CARNEIRO, A. A. Milho Bt: Alternativa biotecnológica para controle biológico de insetos-praga. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**. Brasília, v. 24, p. 46-52, 2002.

MALAQUIAS, C. A. A.; SANTOS, A. J. M.; Adubação organomineral e NPK na cultura do milho (*Zea mays* L.). **PUBVET**, v. 11, n.5, p. 501-512, 2017.

Malavolta, E. Manual de nutrição mineral de plantas. **Agronômica Ceres**, São Paulo. Ed.2, 231 p. 2006.

MELO, R. F.; BRITO, L. T. L.; PEREIRA, L. A.; ANJOS, J. B. Avaliação do uso de adubo orgânico nas culturas de milho e feijão caupi em barragem subterrânea. **Rev. Bras. De Agroecologia**. v. 4, n. 2, 2009.

MENDES, M. C.; VON PINHO, R. G.; PEREIRA, M. N.; FARIA FILHO, E. M.; SOUZA FILHO, A. X. Avaliação de híbridos de milho obtidos do cruzamento entre linhagens com diferentes níveis de degradabilidade da matéria seca. **Bragantia**, v.67, n.2, p.285-297, 2008.

MENESES, O. B. **Efeitos de doses de esterco no rendimento do feijão-de-corda e do milho em cultivos isolados e consorciados**. 1993. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - ESAM. Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró.

MENEZES, R. S. C.; SILVA, T. O. Mudanças na fertilidade de um Neossolo Regolítico após seis anos de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, p.251-257, 2008.

MUMBACH, G. L.; KOTOWSKI, I. E.; SCHNEIDER, F. J. A.; MALLMANN, M. S.; BONFADA, E. B.; PORTELA, V. O.; BONFADA, E. B.; KAISER, D. R. Resposta da inoculação com *Azospirillum brasilense* nas culturas de trigo e milho safrinha. **Revista Scientia Agraria**, v. 18, n. 2, p. 97-103, 2017.

NUNES, J. C. **Trocas gasosas, composição mineral, produção e qualidade de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina e adubado com potássio e biofertilizante..** 2016. 164f. Tese de Doutorado em Agronomia. Universidade Federal da Paraíba- Centro de Ciências Agrárias.

Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 2ª aproximação. 3ed. Revisada/ coordenado por Francisco José de Albuquerque Cavalcanti-Rec9fe: **Instituto Agrônômico de Pernambuco – IPA**, 2008. 212p.



PAULETTI, V., BARCELLOS, M., MOTTA, A. C. V., SERRAT, B. M. & SANTOS, I. R. Produtividade de culturas sob diferentes doses de esterco líquido de gado de leite e de adubo mineral. **Scientia Agraria**, v. 9, n.2, p. 199-205. 2008.

PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; MCMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. Hydrol. **Earth System Science**, Bangalore, v. 11, p.1633–1644, 2007.

PEREIRA, J. L. A. R.; VON PINHO, R. G.; SOUZA FILHO, A. X.; PEREIRA, M. N.; SANTOS, A. O.; BORGES, I.D. Quantitative characterization of corn plant components according to planting time and grain maturity stage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.5, p.1110-1117, 2012.

PESKE, S. Oportunidades com o milho GM. **Seed News**. Pelotas, v. 11, n. 3, p. 26-27, 2007.

PEPKE, R. A.; CRUZ, S. J. S.; SILVA, C. J.; FIGUEIREDO, P. G.; BICUDO, S. J. Eficiência da *Azospirillum brasilense* Combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. **Rev. Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.3, p. 214-226, 2013.

RESENDE, A.V.; FURTINI NETO, A.E.; ALVES, V.M.C.; MUNIZ, J.A.; CURI, N.; FAQUIN, V.; KIMPARGA, D.I.; SANTOS, J.Z.L.; CARNEIRO, L.F. Fontes e modos de aplicação de fósforo para o milho em solo cultivado da Região do cerrado, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.453- 466, 2006.

ROSSETO, R. E.; MADALENA, L. C. S.; OLIVEIRA, A. F.; CHANG, P.; PRIMIERI, B. F.; FRIGO, E. P.; SANTOS, R. F. Panorama do etanol brasileiro. **Acta Iguazu**, v.6, n. 5, p.13-22. 2017.

SALDANHA, E. C. M.; SILVA JÚNIOR, M. L.; ALVES, J. D. N.; MARIANO, D. C.; OKUMURA, R. S. O. Consórcio milho e feijão-de-porco adubado com NPK no nordeste do Pará. **Global Science and technology**. v.10, n.01, p.20-28. 2017.

SANGOI, L., ERNANI, P. R., LECH ADILSON, V., & RAMPAZZO, C. Volatilização de N-NH<sub>3</sub> em decorrência da forma de aplicação de ureia, manejo de resíduos e tipo de solo, em laboratório. **Ciência Rural**, v. 33, n. 4, p. 687-692. 2003.

SANTOS, A. F.; MENEZES, R. S. C.; FRAGA, V. S.; PÉREZ-MARIN, A. M. Efeito residual da adubação orgânica sobre a produtividade de milho em sistema agroflorestal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n 12, p.1267-1272, 2010.

SANTOS, J. F.; GRANGEIRO, J. I. T.; OLIVEIRA, M. E. C.; BEZERRA, S. A., SANTOS, M. C. C. A. Adubação orgânica na cultura do milho no brejo paraibano. **Engenharia Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 209-216, 2009.

SANTOS, J. F.; WANDERLEY, J. A. C.; SOUSA JÚNIOR, J. R. Produção de girassol submetido à adubação organomineral, **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.9, n.3, p. 38-44, 2013.

SILVA, J. T.; SILVA, I. P.; PEREIRA, R. D. Adubação fosfatada em mudas de bananeira ‘Prata anã’ (AAB), cultivadas em dois latossolos. **Revista ceres**, v. 58, n.1, p. 238-242. 2011.

SILVA, J.; SILVA, P. S. L.; OLIVEIRA, M.; SILVA, K. M. B. Efeito de esterco bovino sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**. V. 22, n. 2, 2004.

SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*. II - Disponibilidade de N, P e K no solo ao longo do ciclo de cultivo. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 31, p.51-61, 2007.

SOUSA, D.S. & PEREIRA, W.E. ATIVIDADE Agrícola do brejo paraibano: declínio e tendências atuais. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.6, n.3, p.11-20, 2016.

SOUSA, R.; CARVALHO, M.; SILVA, M. D.; GOMES, S.; GUIMARAES, W.; ARAUJO, A. Leituras de clorofila e teores de N em fases fenológicas do milho. **Colloquium Agrariae**, v.11, n.1, p.57-63. 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5th. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013.

TAKASU, A. T.; HAGA, K. I.; RODRIGUES, R. A. F.; ALVES, C. A. Produtividade da cultura do milho em resposta à adubação potássica. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. V. 13, p.2, p. 154-161, 2014.

TIRITAN, C. S.; SANTOS, D. H.; BORDINI, R. A.; FOLANI, J. S. S.; ONISHI, R. Y. Produção de matéria seca de milho em função da adubação fosfatada mineral e organomineral. **Colloquium Agrariae**. V. 6, n. 1, p. 01-07, 2010.

WEI, S.; WANG, X.; SHI, D.; LI, Y.; ZHANG, J.; LIU, P.; ZHAO, B.; DONG, S. The mechanisms of low nitrogen induced weakened photosynthesis in summer maize (*Zea mays* L.) under field conditions. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 105, p. 118–128, 2016.

UHART, S. A.; ANDRADE, F. H. Nitrogen deficiency in maize. I. Effects on crop growth, development, dry matter partitioning, and kernel set. **Crop Science**, v. 35, p. 1376-1383, 1995.

USDA-United States Department of Agriculture. **Grain: World Markets and Trade**. 2017, 52 p.

USDA-United States Department of Agriculture. **World Agricultural Production**. 2018. 29 p.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; TEXEIRA FILHO, M. C. M. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 254-263, 2011.

VON PINHO, R. G.; BORGES, I. D.; PEREIRA, J. L. A. R.; REIS, M. C. Marcha de absorção de macronutrientes e acúmulo de matéria seca em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. V. 8, n. 02, p. 157-173, 2009.